

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-169998

(43)Date of publication of application : 26.06.2001

(51)Int.Cl.

A61B 1/00

(21)Application number : 11-363341

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 21.12.1999

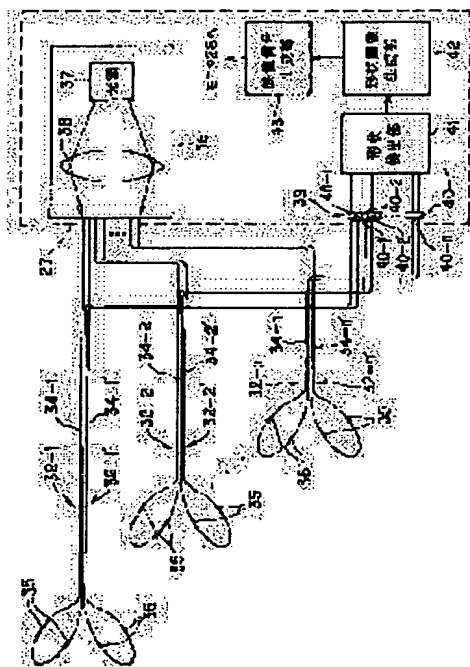
(72)Inventor : HASEGAWA JUN  
 YOSHIZAWA YASUHIRO  
 HIRAKAWA KATSUMI  
 SATO MICHIO  
 KAWABATA TAKESHI  
 HIRATA YASUO  
 MAEDA TOSHINARI  
 SUZUKI KATSUYA  
 YAMAGUCHI SEIJI  
 NAKAJIMA ISAMU

## (54) ENDOSCOPE INSERTION SHAPE DETECTOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an endoscope insertion shape detector with which a curving-detecting sensor may be easily constituted and may be arranged within an insertion part without substantially increasing its size and an insertion shape may be detected.

**SOLUTION:** Extremely fine optical fiber pairs 32-1, 32-1', etc., and 32-n, 32-n' provided with light leakage parts 35 where light leak at the light quantity meeting the bending amount of the insertion part of the endoscope are respectively arranged in the longitudinal direction thereof. Light is made incident from a light source section 36 facing the respective one-side ends and the transmitted light is measured by photodetecting parts 39 arranged to face the other ends and the output thereof is inputted to a shape detecting section 41, by which the curving angles in the respective light leakage parts 35 are detected. The three-dimensional position where the other light leakage part 35 is arranged is estimated by a coordinate system based on the position of the one light leakage part 35 and the shape image estimated in a shape image forming section 42 is formed and is displayed by a monitor.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-169998

(P2001-169998A)

(43)公開日 平成13年 6 月26日 (2001. 6. 26)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

A 6 1 B 1/00

識別記号

3 0 0

F I

A 6 1 B 1/00

テームト\* (参考)

3 0 0 D 4 C 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 17 頁)

(21)出願番号

特願平11-363341

(22)出願日

平成11年12月21日 (1999. 12. 21)

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号

(72)発明者 長谷川 潤

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 吉沢 靖宏

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 100076233

弁理士 伊藤 進

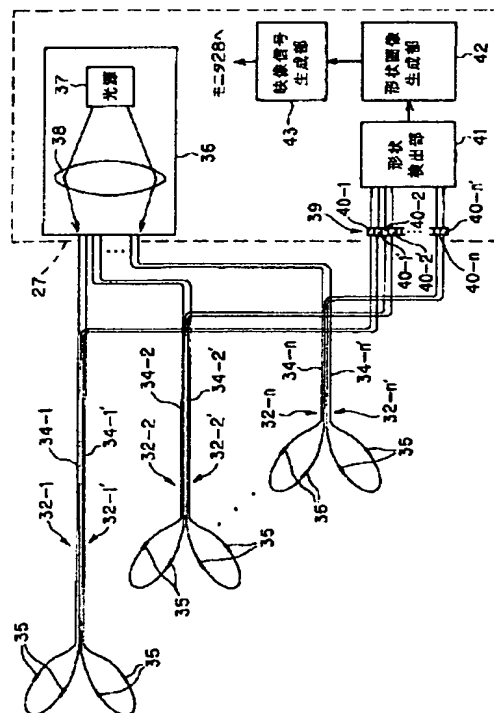
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内視鏡挿入形状検出装置

(57)【要約】

【課題】 湾曲検出用センサの構成が簡単にでき、かつ挿入部内にも殆ど太くする事無く配置でき、挿入形状を検出できる内視鏡挿入形状検出装置を提供する。

【解決手段】 内視鏡の挿入部内にはそれぞれ曲げ量に応じた光量で光が漏洩する光漏洩部 3 5 を設けた非常に細い光ファイバ対 3 2 - 1, 3 2 - 1' ; ... ; 3 2 - n, 3 2 - n' がその長手方向に配置され、各一端に対向する光源部 3 6 から光を入射させ、他端に対向配置した光検出部 3 9 で伝送した光を測定してその出力を形状検出部 4 1 に入力することにより、各光漏洩部 3 5 での湾曲角を検出し、1つの光漏洩部 3 5 の位置を基準とした座標系で他の光漏洩部 3 5 が配置された3次元位置を推定し、形状画像生成部 4 2 で推定した形状画像を生成して、モニタで表示できるようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外面を加工することにより、湾曲時に光が漏れやすく形成された光漏洩部が形成された光伝達ファイバと、

前記光伝達ファイバの前記光漏洩部が複数配置された挿入部と、

前記光伝達ファイバで伝達される光の伝送量を測定する測定手段と、

前記測定手段の測定結果と、湾曲挿入部に対する前記光漏洩部の配置位置情報とに基づき前記挿入部の湾曲形状を推定する形状推定手段と、

前記形状推定手段で推定された湾曲形状を表示する表示手段と、

を具備したことを特徴とする挿入形状検出装置。

【請求項 2】 外面を加工することにより、湾曲時に光が漏れやすく形成された光漏洩部が形成された光伝達ファイバと、

被検体内に挿入される挿入部を有する内視鏡と、

前記挿入部に形成され、湾曲機能を有する湾曲部と、

前記湾曲部に設けられ、該湾曲部の湾曲機能を補助する複数の湾曲駒と、

前記複数の湾曲駒の間に前記光伝達ファイバの前記光漏洩部を配置させる光漏洩部固定手段と、

前記光伝達ファイバで伝達される光の伝送量を測定する測定手段と、

前記測定手段の測定結果と、前記挿入部に対する前記光漏洩部の配置位置情報とに基づき前記挿入部の湾曲形状を推定する形状推定手段と、

前記形状推定手段で推定された湾曲形状を表示する表示手段と、

を具備したことを特徴とする挿入形状検出装置。

【請求項 3】 外面を加工することにより、湾曲時に光が漏れやすく形成された光漏洩部が形成された光伝達ファイバと、

被検体内に挿入される挿入部を有する内視鏡と、

前記挿入部に形成され、湾曲機能を有する湾曲部と、

前記湾曲部に前記光伝達ファイバの前記光漏洩部を配置させる光漏洩部固定手段と、

前記光伝達ファイバで伝達される光の伝達量を測定する測定手段と、

前記測定手段の測定結果と、前記挿入部に対する前記光漏洩部の配置位置情報とに基づき前記湾曲部の湾曲形状を測定する第 1 の形状推定手段と、

前記湾曲部より基端側の前記挿入部に配置されたコイル手段と、

前記手段との間で磁界を送受する磁界送受手段と、

前記磁界送受手段で送受された磁界の強度を検出する磁界強度検出手段と、

前記磁界強度検出手段で検出された磁界強度に基づき、

前記挿入部の湾曲形状を推定する第 2 の形状推定手段

と、

前記第 1 の形状推定手段で推定された第 1 の湾曲形状と、前記第 2 の形状推定手段で推定された第 2 の湾曲形状とを合成する合成手段と、

前記合成手段で合成された合成結果に基づき、前記挿入部の湾曲形状を表示する表示手段と、

を具備したことを特徴とする内視鏡挿入形状検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光漏洩部を設けた光伝達ファイバを用いて内視鏡挿入形状を検出する内視鏡形状検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、内視鏡は医療用分野及び工業用分野で広く用いられるようになった。この内視鏡は特に挿入部が軟性のものは、屈曲した体腔内に挿入することにより、切開することなく体腔内深部の臓器を診断したり、必要に応じてチャンネル内に処置具を挿通してポリープ等を切除するなどの治療処置を行うことができる。

【0003】この場合、例えば肛門側から下部消化管内を検査する場合のように、屈曲した体腔内に挿入部を円滑に挿入するためにはある程度の熟練を必要とする場合がある。

【0004】つまり、挿入作業を行っている場合、管路の屈曲に応じて挿入部に設けた湾曲部を湾曲させる等の作業が円滑な挿入を行うのに必要になり、そのためには挿入部の先端位置等が、体腔内のどの位置にあるかとか、現在の挿入部の屈曲状態等を知ることができると便利である。

【0005】このため、例えば特開平 6-102458 号公報に開示された内視鏡装置がある。この従来例では、挿入部の長手方向に光ファイバの所定長さ単位毎に湾曲検出部を配置して、所定長さ部分の湾曲状態を光の透過率を検出して、挿入部の湾曲状態を検出できるようにしたものである。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例は光ファイバの所定長さ単位毎に湾曲検出部を配置しなければならないことと、各湾曲検出部が複雑になる問題点があった。また、このように光ファイバの所定長さ単位毎に湾曲検出部を配置しなければならないため、挿入形状検出のセンサ部分の構造が複雑になり、コストアップしたり、挿入部内に組み込んだ場合、挿入部が太くなり易い。

【0007】（発明の目的）本発明は、上述した点に鑑みてなされたもので、湾曲検出用センサの構成が簡単にでき、かつ挿入部内に配置した場合にも殆ど太くする事無く配置でき、挿入形状を検出できる内視鏡挿入形状検出装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】外面を加工することにより、湾曲時に光が漏れやすく形成された光漏洩部が形成された光伝達ファイバと、前記光伝達ファイバの前記光漏洩部が複数配置された挿入部と、前記光伝達ファイバで伝達される光の伝送量を測定する測定手段と、前記測定手段の測定結果と、湾曲挿入部に対する前記光漏洩部の配置位置情報とに基づき前記挿入部の湾曲形状を推定する形状推定手段と、前記形状推定手段で推定された湾曲形状を表示する表示手段と、を具備したことにより、光漏洩部を設けた非常に細くできる光伝達ファイバで伝達される光の伝送量を測定することで、光漏洩部部分での湾曲量を検出できるようにしているので湾曲量を検出する曲げ検出センサの構成が簡単であると共に、挿入部に配置した場合にも挿入部を殆ど太くしなくて済み、かつ曲げ検出センサの出力からの挿入形状推定の処理系も簡単な構成で実現できるようにしている。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(第1の実施の形態) 図1ないし図11は本発明の第1の実施の形態に係り、図1は第1の実施の形態を備えた内視鏡システムの全体構成を示し、図2は内視鏡の概略の構成とそのチャンネル内に形状検出用のプローブを挿通した状態を示し、図3はプローブの構成を示し、図4はプローブ内部に設けた形状検出用光ファイバと形状検出装置本体との構成を示し、図5は形状検出に用いる光ファイバの基本的な構成を示し、図6は曲げ検出の測定原理を示し、図7は図5とは異なる構成で形状検出に用いる光ファイバの基本的な構成を示し、図8は対にして形状検出用光ファイバを構成した具体例を示し、図9は図8のものをループ状にしたものを示し、図10は双葉形状にした形状検出用光ファイバにより、その形状検出用光ファイバを設けた平面の曲げ及び捩れを検出する様子を示し、図11は本実施の形態による挿入形状を算出するための各曲げセンサ位置を算出する原理説明図を示す。

【0010】図1に示すように内視鏡システム1は内視鏡6を用いて検査等を行う内視鏡装置2と、この内視鏡装置2と共に使用され、内視鏡6の挿入部7の形状を検出する第1の実施の形態の内視鏡形状検出装置3とから構成される。内視鏡装置2は内視鏡6とこの内視鏡6に照明光を供給する光源装置11と、内視鏡6の撮像手段に対する信号処理を行うビデオプロセッサ14と、このビデオプロセッサ14から出力される映像信号を表示するモニタ19とから構成される。

【0011】また、内視鏡挿入形状検出装置3は内視鏡7内に設置される挿入形状測定用プローブ25と、このプローブ25が接続され、挿入形状測定用の光源部及び光検出部等と形状検出(測定)のための信号処理等を行う形状検出装置本体(形状検出プロセッサ)27と、こ

の形状検出装置本体27からの形状画像を表示する形状表示用モニタ28とから構成される。

【0012】(内視鏡検査用) ベッド4には、被検体としての患者5が載置され、この患者5の体腔内には内視鏡6の挿入部7が挿入される。この内視鏡6は細長で可撓性を有する挿入部7とその後端に形成された太幅の操作部8と、この操作部8の側部から延出されたユニバーサルケーブル9とを有し、このユニバーサルケーブル9の末端にはコネクタ10が設けてあり、このコネクタ10は光源装置11に着脱自在で接続できる。

【0013】このコネクタ10からさらに信号ケーブル12が延出され、この信号ケーブル12の末端に設けた信号用コネクタ13はビデオプロセッサ14に着脱自在で接続される。

【0014】挿入部7には図2に示すように照明光を伝送するライトガイド15が挿通され、このライトガイド15はさらに操作部8から延出された(図1の)ユニバーサルケーブル9内を挿通され、末端のコネクタ10に至る。このコネクタ10の端面には光源装置11内の図示しないランプから照明光が供給され、このライトガイド15のよって伝送され、挿入部7の先端部16の照明窓に取り付けられた先端面から(伝送した)照明光を前方に出射する。

【0015】この照明窓から出射された照明光により照明された体腔内の内壁或は患部等の被写体は先端部16の照明窓に隣接して形成された観察窓に取り付けた対物レンズ17によってその焦点面に配置された固体撮像素子としてのCCD18に像を結ぶ。

【0016】このCCD18はビデオプロセッサ14内の図示しないCCDドライブ回路から出力されるCCDドライブ信号が印加されることにより、(CCD18で)光電変換された画像信号が読み出され、挿入部7内等を挿通された信号線を経てビデオプロセッサ14内の信号処理回路で信号処理されて標準的な映像信号に変換され、カラーモニタ19に出力され、対物レンズ17でCCD18の光電変換面に結像した内視鏡像をカラー表示する。

【0017】また、操作部8には湾曲操作ノブ21が設けてあり、このノブ21を回動する操作を行うことにより挿入部7の先端付近に形成した湾曲自在の湾曲部を湾曲できるようにして屈曲した体腔内経路にもその屈曲に沿うように先端側を湾曲させることによりスムーズに挿入できるようにしている。

【0018】また、図2に示すようにこの内視鏡6の挿入部7内には中空のチャンネル22が形成されており、このチャンネル22の基端側の図1に示す挿入口23から鉗子等の処置具を挿通することにより、処置具の先端側を挿入部7の先端面のチャンネル出口から突出させて患部等に対して生検とか治療処置等を行うことができる。

10

20

30

40

50

【0019】また、このチャンネル22に（体腔内に挿入された挿入部7の）形状検出のためのプローブ25を挿入し、このプローブ25の先端をチャンネル22内の所定の位置に設定することができる。

【0020】このプローブ25の後端側は挿入口23から外部に延出され、その後端のコネクタ26を形状検出装置本体27に着脱自在で接続することができる。この形状検出装置本体27で挿入形状に対応する挿入形状画像を生成し、形状表示用モニタ28に出力することにより、形状表示用モニタ28の表示面には検出（測定）された挿入部7の挿入形状が表示される。

【0021】図2はチャンネル22内にプローブ25を固定した場合のプローブ25の先端側の1例を示す。プローブ25の先端は例えば挿入部7の先端部16の内腔に、例えば先端面が面一となるように固定されている。また、図3はプローブ25の概略の構造を示す。

【0022】図3に示すようにこのプローブ25は、例えば可撓性を有する円筒チューブ31の外周面に、その長手方向（軸方向）に沿って多数の形状検出用光ファイバ対32-1, 32-1'; 32-2, 32-2'; 32-3, 32-3', ...の先端が所定間隔ずらして接着剤等で固定されており、これらは可撓性を有する保護チューブ33で覆われている。

【0023】各光ファイバ対32-i, 32-i'は非常に細いので、図3に示すように多数の光ファイバ対32-1, 32-1'; 32-2, 32-2'; 32-3, 32-3', ...を設けても非常に細い形状検出用センサを構成でき、これを設けたプローブ25も非常に細くできる。

【0024】図4に示すように各形状検出用光ファイバ対32-i, 32-i' (i=1, 2, 3, ..., n)はそれぞれ1本のファイバ34-i, 34-i'を双葉形状等の対称な形状が形成されるようにループ形状に折り曲げられ、例えばループ形状部分に光漏洩部35がそれぞれ形成され、光を送った場合に屈曲される量に応じて光が漏れることにより、伝送された光出力の値（つまり光漏洩部35の漏れ光の値）から屈曲量を検出できる曲げセンサを形成している。

【0025】なお、プローブ25の長手方向にライン状に配置される光ファイバ対32-1, 32-1'; 32-2, 32-2'; ...; 32-n, 32-n'を図4では紙面の上下方向にずらして図示している。そして、各ファイバ34-i, 34-i'の折り曲げられた一方の端部には光源部36のLED等の光源37からの照明光が集光レンズ38を介して供給され、かつ各ファイバ34-i, 34-i'の折り曲げられた他方の端部側に設けた光検出部39を形成する光検出素子40-i, 40-i'で伝送した光量を受光（測定）することにより、屈曲した量に対応した光信号を検出するようにしている。

【0026】後述（図10参照）するように形状検出用光ファイバ対32-i, 32-i'をある面上に設けることにより、その面に直交する方向の曲げ角とその面の捩れ角とを光検出素子40-i, 40-i'の出力値から検出することができるようにしている。

【0027】この光検出素子40-i, 40-i'の出力信号は形状検出部（形状推定部）41に入力され、後述するように長手方向に配置した光漏洩部35（或いは曲げセンサ）での湾曲量が推定され、かつ1つの光漏洩部35（或いは曲げセンサ）を基準とした座標系で他の光漏洩部35（或いは曲げセンサ）を表すように変換マトリックスで変換処理を施すことにより、（挿入部7内に配置された）各光漏洩部35を連結した全体の屈曲形状（つまりプローブ25の挿入形状或いはこのプローブ25が挿通固定された）挿入部7の挿入形状検出（推定）の処理を行う。

【0028】そして、検出（推定）した挿入形状のデータを形状画像生成部42に出力し、挿入形状のモデル画像を生成し、さらに映像信号生成部43により、モデル画像の映像信号に変換して、形状表示用モニタ28に出力し、挿入形状を表示するようにしている。

【0029】本実施の形態では、形状検出のセンサとなる部分を光漏洩部35を設けた非常に細くできるファイバ（例えば数10ミクロン程度）で構成できると共に、その両端の一方から光を入射させ、他端に伝送された光を検出することにより、各光漏洩部35付近の屈曲を検出できるようにしているので、挿入形状のセンサ部分の構造が簡単にできると共に、センサ部分の出力から挿入形状を検出（推定）して表示する処理系も簡単な構成で実現できるようにしている。

【0030】また、本実施の形態ではセンサを構成するファイバ部分をプローブ25によりチャンネル22内に挿通して内視鏡6の挿入部7内に配置し、挿入検出のための光を供給する光源部36と伝送した光を検出する光検出部39等を挿入部7の外部に設けているので、チャンネル22を有する内視鏡6に広く使用できると共に、その挿入部を7太くすることなく、挿入形状を検出して表示できるようにしている。

【0031】次に本実施の形態による形状検出の原理を説明する。上記光漏洩部35が設けられた各ファイバ34-i (34-i')の構成は例えばUSパテント5, 321, 257号に記載されている。本実施の形態では例えば図5に示すように各ファイバ34-iを構成する屈折率が大きいコア部51とこのコア部51を覆う屈折率が小さいクラッド部52におけるクラッド部52の一部分を削り取り、例えばクラッド部52の屈折率より大きい屈折率の置換部材53等で置換して形成した光漏洩部35を備えている。

【0032】例えば、クラッド部52の場合にはその屈折率が小さいことにより、クラッド部52への大きな入

射角以外の場合には全反射してコア部51での光伝達を行えるようになるが、より大きな屈折率の部材に置換した場合には、クラッド部52の場合には全反射するような(小さな)入射角の場合でも、全反射しないで、置換部材53側に入射してその外部に漏れるようになる。また、クラッド部52の屈折率より大きい屈折率の置換部材53の他に吸収部材で置換したものでも良い。

【0033】そして、図6(A)に示すようにファイバ34-iの一端に光源54から光を入射させ、他端側で伝送された光を光検出器55で検出して、伝送された光量に比例した光検出器55の出力Aと図6(B)に示すように置換部材53(光漏洩部35)付近での曲げ大きさ $\theta$ とは、図6(C)に示すように光検出器55の出力Aは曲げの大きさ $\theta$ が大きい程、小さくなる傾向の特性を示し、曲げの大きさ $\theta$ が極端に大きい場合を除き、殆ど比例関係を示す。

【0034】この特性は、ファイバ34-iが屈曲されるとコア部51の屈折率とクラッド部52の屈折率との差より、コア部51の屈折率と置換部材53の屈折率との差が小さいため、置換部材53(光漏洩部35)部分では屈曲された場合に全反射されないで置換部材53(光漏洩部35)側により漏れ易くなり、外部に漏れる光量の割合が大きくなるので(伝送光量を検出することにより)曲げセンサとして利用することができる。

【0035】比例関係の場合及び比例関係からずれる場合を含めて曲げの大きさ $\theta$ は光検出器55の出力Aから $\theta = f(A)$

と表すことができる。

【0036】また、図7に示すように、ファイバ34-iのコア部51を覆うクラッド部52を削り取った切り欠き部56を設けて光漏洩部35を形成したものでも同様の作用効果を得ることができる。また、上述の説明では、ファイバ34-iは1本のファイバで構成されていると説明したが、図8に示すように、2本のファイバ対59a、59bで構成しても良い。

【0037】つまり、特性の揃ったファイバ対59a、59bにおける曲げセンサに使用する一方のファイバ59aには光漏洩部35を設け、他方のファイバ59bは光漏洩部35を設けてない通常のファイバとして用い、1つの光源54で一端から光を入射し、他端から伝送された光を、2つの特性が揃った光検出器55a、55bで検出し、例えば差動アンプ60を通した差動出力を検出することによって、光の曲げによる成分をより正確に検出することが可能となり、安定して曲げの大きさ $\theta$ を検出できる曲げセンサを形成できる。

【0038】この場合には、各ファイバ59aがその長さに比例して伝送ロスが発生しても、殆ど同じ特性のファイバ59bの光出力との差動成分を抽出することにより、長さに起因する伝送ロス成分をほぼ消去でき、長さにあまり左右されことなく曲げの大きさ $\theta$ を検出する

ことができる。

【0039】また、図8に示すものを図9(A)に示すように、ループ形状にしてさらに曲げを検出する光漏洩部35を2箇所設けて曲げセンサ61aを形成するようにしてもよい。このようにすると、1箇所の場合よりも曲げの検出感度を向上できる。図9(A)に示す曲げセンサ61aを図9(B)に示すように或る平面 $\alpha$ に取り付けた場合、この曲げセンサ61aの出力から平面 $\alpha$ に直交する方向の曲げの大きさ $\theta$ を検出することができる。

【0040】また、図10(A)に示すように2つの曲げセンサ61a、61a'を2つ組み合わせて1つの曲げセンサS1とすると、各曲げセンサ61a、61a'における光検出器(或いはさらに差動アンプを通した)出力をA、Bとすると、2つの曲げセンサ61a、61a'が取り付けられた平面 $\alpha$ に対して図10(B)に示すその平面 $\alpha$ に垂直方向の曲げの大きさ $\theta$ (曲率)と図10(C)に示すねじれの大きさ $\phi$ は、次のような式で表すことができる。

【0041】 $\theta = f(A, B)$

$\phi = g(A, B)$

となり、2つの曲げセンサ61a、61a'の出力の関数として表すことができる。その具体例としては、例えば出力A、Bの平均値から平面 $\alpha$ に垂直方向の曲げの大きさ $\theta$ を検出でき、また出力A、Bの差動出力値から平面 $\alpha$ の捩れの大きさ $\phi$ を検出できる。

【0042】次に、2つの曲げセンサ61a、61a'を組み合わせた曲げセンサS1、S2、…をテーブル上にその長手方向に複数配置し、第1番目の曲げセンサS1(の光漏洩部35が設けられた曲げ検出部の中心位置)を基準の座標系とした場合の各曲げセンサSiの3次元位置を求める方法を説明する。

【0043】図11(A)に示すように、第1番目の曲げセンサS1を基準とした座標系 $O_1-X_1Y_1Z_1$ ( $O-XYZ$ と略記)に第1番目の曲げセンサS1を配置し、この第1番目の曲げセンサS1から距離 $d_1$ の位置に第2番目の曲げセンサS2が配置されているとする。第1番目の曲げセンサS1によって得られる曲げとねじれの大きさを

$\theta_1 = f(A_1, B_1)$

$\phi_1 = f(A_1, B_1)$

とし、第2番目の曲げセンサS2によって得られる曲げとねじれの大きさを

$\theta_2 = f(A_2, B_2)$

$\phi_2 = f(A_2, B_2)$

とする。両曲げセンサS1、S2間を円弧で近似できると仮定すると、第1番目の曲げセンサS1から第2番目の曲げセンサS2へのベクトル $V_1$ は次のような式(1行4列のマトリックス)で表すことができる。

【0044】

$$V_1 = [V_{x1} \ V_{y1} \ V_{z1} \ 1]$$

ここで、1以外の各成分は

$$V_{x1} = d_1 \cos(\theta_1 / 2)$$

$$V_{y1} = d_1 \cos(\phi_1) \sin(\theta_1 / 2)$$

$$V_{z1} = d_1 \sin(\phi_1) \sin(\theta_1 / 2)$$

となる。但し、 $d_1$  は第1番目の曲げセンサS1から第2番目の曲げセンサS2への距離である。

【0045】同様に、第2番目の曲げセンサS2を基準とした座標系 $O-X_2Y_2Z_2$  ( $O-XYZ_2$  と略記) を考え、この第2番目の曲げセンサS2から距離 $d_2$  の位置に第3番目の曲げセンサS3が配置されているとする。

【0046】そして第2番目の曲げセンサS2から第3番目の曲げセンサS3へのベクトル $V_2$  は上記の場合と同様に

$$V_2 = [V_{x2} \ V_{y2} \ V_{z2} \ 1]$$

$$V_{x2} = d_2 \cos(\theta_2 / 2)$$

$$V_{y2} = d_2 \cos(\phi_2) \sin(\theta_2 / 2)$$

$$V_{z2} = d_2 \sin(\phi_2) \sin(\theta_2 / 2)$$

となる。但し、 $d_2$  は第2番目の曲げセンサS2から第3番目の曲げセンサS3への距離である。

【0047】ベクトル $V_2$  は、第2番目の曲げセンサS2を基準とした座標系 $O-X_2Y_2Z_2$ で表される為、第1番目の座標系 $O-XYZ_1$ に変換するためには次の変換マトリックス $T_1$  が必要になる。

【0048】

【数1】

$$T_1 = \begin{bmatrix} R_{1-00} & R_{1-01} & R_{1-02} & V_{x1} \\ R_{1-10} & R_{1-11} & R_{1-12} & V_{y1} \\ R_{1-20} & R_{1-21} & R_{1-22} & V_{z1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

変換マトリックス $T_1$  の変換マトリックス内の要素 $R_{1-0p}$  ( $0=0, 1, 2, p=0, 1, 2$ ) は第1番目の座標系を基準としたときの第2番目の座標系の回転のパラメータを表し、ベクトル $V_1$  より求められる。この変換マトリックス $T_1$  により第3番目の曲げセンサS3の位置 $V'_2$  は次のようになる。

$$【0049】 V'_2 = T_1 V_2$$

従って、第1番目の曲げセンサS1を基準とした座標系 $O-XYZ_1$  での第 $n$ 番目の曲げセンサS $n$ の位置 $V'_{n-1}$  は

$$V'_{n-1} = T_1 T_2 \cdots T_{n-1} V_{n-1}$$

となる。

【0050】このようにして挿入部内に配置される各曲げセンサS2, S3, ... (の曲げセンサ中心) の3次元位置を基準とした例えば第1番目の曲げセンサS1の座標系で表すことができる。従って、各センサの配置情報から挿入部7の挿入形状を推定することができる。

【0051】もっとも、上述の説明からも明らかなように挿入形状を検出する場合に、複数の曲げセンサを挿入部7内に配置する場合、挿入部7の長手方向にライン状に配置されるようにすることが望ましい。

【0052】上記説明では、第1番目の曲げセンサS1を基準とした座標系に変換したが、他のセンサの位置を基準にして(その座標系に変換して)各センサの位置を求めるようにしても良い。その場合にはその他のセンサの位置を基準した挿入形状が求められる。

【0053】例えば図3に示すように(それぞれ光漏洩部35を設けた)ファイバ対32-1, 32-1'; 32-2, 32-2'; ...; 32-n, 32-n'を曲げセンサS1, S2, ..., S $n$ として、曲げセンサS1を最初の基準位置として挿入形状を表示させても良いし、これより後方側の曲げセンサを基準位置として挿入形状を表示させるようにしても良い。

【0054】また、図1に示すように挿入部7を患者5の肛門の位置から挿入した場合、例えば挿入部7の外面に基準の位置のマーク或いは目盛を付けてそのマークが肛門の位置になった場合にその位置の内側の(前記マークに対応する基準の)曲げセンサを基準位置として他の曲げセンサの3次元位置を算出して挿入形状を表示させるようにしても良い。

【0055】本実施の形態によれば、光漏洩部35を設けた非常に細いファイバにより、その光漏洩部35部分でのねじれを含む湾曲角を光伝送出力から検出できるので、挿入形状の検出センサ部分を非常に小型にできたその構成が簡単であるので挿入部内に配置することが容易であると共に、光伝送出力からの挿入形状の推定算出手段の構成も簡単にできる。

【0056】(第2の実施の形態)次に本発明の第2の実施の形態を図12を参照して説明する。第1の実施の形態では、チャンネル22内に形状検出用のプローブ25を挿通してチャンネル22内に固定して内視鏡挿入形状を検出して、表示するようにしたが、本実施の形態では、内視鏡の挿入部内に挿入形状検出用の曲げセンサを組み込んで、挿入形状を3次元的に検出できるようにしたものである。

【0057】図12(A)に示すように断面が(例えば半径 $r$ の)円筒面の一部としたテープ状基材65の表面にその長手方向に上述の曲げセンサS1, S2, ..., S $n$ を接着剤等で固定して形成した形状検出部66を備えた形状検出用テープ状部材67を図12(B)に示すように内視鏡の挿入部(より具体的には軟性部7a)を構成する(金属帯を螺旋状に巻いた)フレックス68と、その外側を覆うブレード(網管)69との間に組み込むようにする。

【0058】通常、内視鏡の軟性部7aは、金属帯を内径が一定となるように螺旋状に巻いたフレックス68の外側に、金属線または樹脂線を編み状に編み込んだブレ

ード(網管)69を被せ、ブレード69の外側を樹脂製の外被70で覆うようにしている。

【0059】本実施の形態ではフレックス68とブレード69との間に形状検出用テープ状部材67の形状検出部66を配置し、樹脂製の外被70で被覆した構成にしている。

【0060】この場合、テープ状基材65の曲率半径 $r$ をフレックス68の外表面の半径と殆ど一致させるようにして、組み込み易くすると共に、真っ直ぐにした状態では曲げさせる力が加わらないようにしている。

【0061】なお、形状検出用テープ状部材67を構成するテープ状基材65の後端はファイバに光を供給する光源部と、ファイバーによって伝送された光を検知する光検出部とを備えた形状検出プロセッサ27(図4参照)に接続される。

【0062】また、この変形例として、図12(C)に示すようにブレード69とその外側を覆う外被70との間に形状検出用テープ状部材67を組み込むようにしても良い。

【0063】図12(B)或いは図12(C)のように軟性部7a内に形状検出用テープ状部材67をその軟性部7aの径を殆ど太くすることなく組み込むことができ、これを組み込むことで、挿入部を体腔内等に挿入した時の内視鏡の軟性部7aの挿入形状を3次元的に検出して表示することができ、円滑な挿入を行うことが可能な挿入性の良い内視鏡を提供或いは実現できる。

【0064】なお、図12(B)或いは図12(C)において、形状検出用テープ状部材67を複数組み込むようにしても良い。例えば、図12(B)に示す形状検出用テープ状部材67と対向する側にも形状検出用テープ状部材67を組み込んだり、図12(B)に示す形状検出用テープ状部材67の他に、軟性部7aの中心軸の回りに90度回転した部分に沿って形状検出用テープ状部材67を組み込むようにしても良い。このように複数組み込むようにすると、挿入部の中心軸の屈曲状態をより精度良く検出することができる。

【0065】(第3の実施の形態)図13は本発明の第3の実施の形態における軟性部7a(の軟性管)の一部を示す。第2の実施の形態では多数の曲げセンサS1、S2、…をテープ状基材に取り付けたものを軟性部内に組み込むようにしたが、本実施の形態では個別の曲げセンサS1、S2、…を軟性部7a内に組み込むようにしたものである。

【0066】図13に示すように例えばブレード69の外表面には光漏洩部を設けた曲げセンサS1、S2の先端の曲げセンサ部71をそれぞれ接着固定したセンサテープ72により接着固定され、曲げセンサ部71から延びる光伝達ファイバ部73は例えばブレード69の編み角に沿って螺旋状等にして後方側に延出され、その後端は形状検出プロセッサ27(図12参照)に接続される

ようにしている。

【0067】これらの曲げセンサS1、S2、…を取り付けたブレード69の表面を樹脂製の外被70で覆うようにしている。なお、図13ではブレード69の外表面に曲げセンサS1、S2、…を取付けているが、ブレード69の内側表面に設けるようにしても良い。

【0068】また、図14(A)は変形例における軟性部7aの一部を示す。この変形例では図13におけるセンサテープ72を用いなく、個々のセンサS1、S2、…を光伝達ファイバ部73をブレード69に編み込むようにして取り付けている。つまり、各センサS1(1=1, 2, …)構成する曲げセンサ部71から光伝達ファイバ部73を交差させたように2本で後方側に延出し、その際、各光伝達ファイバ部73をブレード69に編み込むようにしている。

【0069】これらの曲げセンサを取り付けたブレード69の表面は樹脂製の外被70で覆うようにしている。なお、図14(B)は例えば曲げセンサS1を示し、この曲げセンサS1は光漏洩部を設けた曲げセンサ部71と、この曲げセンサ部71の基端から分岐して延出される光伝達ファイバ部73とから構成される。

【0070】本実施の形態(及びその変形例)によれば、形状検出用の曲げセンサを内視鏡の軟性部7aに組み込むことにより、挿入の操作等が容易となる操作性の良い内視鏡を提供する事が出来る。

【0071】また、形状検出用の曲げセンサをブレード69などの表面に組み込む等することにより、その曲げセンサの耐性を向上させることが出来、耐久性の良い3次元形状検出センサを組み込んだ内視鏡を提供できる。

【0072】(第4の実施の形態)図15は本発明の第4の実施の形態における形状検出用センサを示す。本実施の形態も図12(A)に示す形状検出用テープ状部材67を挿入部の軟性部内に、例えばフレックス内部に螺旋状に巻いて円筒形状にして組み込むようにしたものである。

【0073】そして、この場合の円筒の外半径Rがフレックスの内半径と一致するようにして組み込むようにしている。この形状検出用テープ状部材67の後端側は形状検出プロセッサ27に接続される。本実施の形態の作用及び効果は図12の場合と殆ど同様である。

【0074】(第5の実施の形態)図16(A)及び図16(B)は本発明の第5の実施の形態における形状検出用センサを示す。第4の実施の形態と類似して、形状検出用テープ状部材を螺旋状にして軟性部内に組み込むものであるが、本実施の形態では2つの形状検出用テープ状部材75A、75Bを隣接するように配置して螺旋状に巻き付けて軟性部の例えばフレックス68(図16(A)の2点鎖線参照)の内周面に組み込むようにしている。

【0075】そして、形状検出用テープ状部材75A及



び 75 B にそれぞれ設けた曲げセンサ S a - I と S b - I とが長手方向に並ぶように各曲げセンサ S a - I と S b - I を所定の間隔で取り付けている。

【0076】また、本実施の形態では曲げセンサ S a - I, S b - I は双葉形状の対にしたセンサ S 1 ではなく、図 16 (C) に示すようにそれらを分解した一方（或いは他方）のセンサを所定間隔ずらして取付けたものが採用され、螺旋状に巻回した状態では図 16 (A) に示すように中心軸に対して対向するその反対側に対となる曲げセンサが位置するようにして対向する 2 つのセンサで（図 16 (B) に示すように）双葉形状の対にしたセンサ S I が構成されるようにしている。

【0077】そして、対向するセンサ同士で、クロスしたセンサを形成し両者の出力により、その断面部分がどれだけ、どの方向に湾曲しているかを検出することが可能にしている。本実施の形態によれば、曲げセンサの密度を高くでき、検出精度を向上できる。

【0078】（第 6 の実施の形態）図 17 は本発明の第 6 の実施の形態における内視鏡 76 A を示す。この内視鏡 76 A は例えば図 1 の内視鏡 6 において、チャンネル 22 内に形状検出プローブ 25 を挿通して設けるのではなく、形状検出用センサを内蔵したものである。また、本実施の形態では光検出器を内視鏡の先端部に設けることにより、（光漏洩部を設けた）光ファイバの折り返しを無くした構成にしている。

【0079】挿入部 7 内には形状検出するための光ファイバ束 77 が挿通され、この光ファイバ束 77 の後端側は例えば挿入部 7 の後端付近で外部に延出され、形状検出用光源装置 78 に接続され、形状検出用光源装置 78 の内部の光源からこの光ファイバ束 77 の後端には形状検出の光が供給される。挿入部 7 内に挿通された光ファイバ束 77 の先端は先端部 16 まで延出され、伝送した光を先端部 16 内に設けた光検出部 79 で受光するようにしている。

【0080】また、先端部 16 には図 18 (A) に示すようにライトガイド 15 の先端側が固定され、その先端の照明窓に取り付けた照明レンズ 15 a を経て照明光を出射し、体腔内の患部等の被写体を照明する。

【0081】照明窓に隣接する観察窓には対物レンズ 17 が取り付けられ、その結像位置に配置した CCD 18 に被写体像を結像する。この CCD 18 は例えば基板 81 と電気的に接続され、CCD 18 と基板 81（に実装された図示しない）アンプなどは信号ケーブル 82 と接続され、外部の図示しないビデオプロセッサに撮像信号を伝送する。

【0082】また、この基板 81 には光検出部 79 が取り付けられ、図 18 (B) に示すように光ファイバ束 77 を構成する対のファイバ 77 a, 77 a' ; 77 b, 77 b' ; … ; 77 n, 77 n' で伝送した光をフォトダイオード等の光検出素子 79 a, 79 a' ; 79 b, 7

9 b' ; … ; 79 n, 79 n' で受光するようにしている。

【0083】これら光検出素子 79 a, 79 a' ; 79 b, 79 b' ; … ; 79 n, 79 n' で受光した信号は信号ケーブル 82 と共に一本化されて外部の図示しないビデオプロセッサに設けた端子から形状検出プロセッサ側に出力される。また、光ファイバ束 77 は例えば挿入部 7 の軟性部内では図 18 (C) に示すようにブレード 69 と外被 70 との間に挿通されている。

【0084】なお、対となるファイバ 77 i, 77 i' ではその一方にはその途中に光漏洩部が設けてあり、光漏洩部での曲げ検出する機能を持つ。この場合、ファイバ 77 a, 77 a' は先端付近に光漏洩部が設けてあり、異なるファイバ 77 k, 77 k' 毎に光漏洩部が設けてある位置が異なり、各光漏洩部での曲げ検出により、挿入部 7 の長手方向における挿入形状の検出が可能となるようにしている。本実施の形態によれば、光ファイバ束 77 は実際には十分に細くできるので、挿入形状を検出できる細径の挿入部 7 を持つ内視鏡 76 A を実現できる。

【0085】（第 7 の実施の形態）図 19 は本発明の第 7 の実施の形態における内視鏡 76 B を示す。この内視鏡 76 B は図 17 の内視鏡 76 A において、光ファイバ束 77 の後端は挿入部 7 の後端付近に配置され、半導体レーザ 84 からのレーザ光が供給されるようにしている。

【0086】図 20 (B) に示すように軟性部 7 a の外被 70 は外筒 85 に接続され、この外筒 85 内側に半導体レーザ 84 を取り付けられている。

【0087】そして、図 20 (C) に示すように半導体レーザ 84 を構成する n 個のレーザ素子 84 a, 84 b, …, 84 n からそれぞれ対となるファイバ 77 a, 77 a' ; 77 b, 77 b' ; … ; 77 n, 77 n' の後端にレーザ光を供給し、伝送した光をその先端で検出するようにしている。なお、図 20 (B) では簡単化のため、ファイバ 77 i, 77 i' を 77 i i' で示している。

【0088】また、光ファイバ束 77 の先端は先端部 16 内に固定され、図 20 (A) に示すように（図 18 (A) の場合とほぼ同様に）光検出部 79 で受光するようにしている。

【0089】本実施の形態によれば、光ファイバ束 77 は実際には十分に細くできるので、挿入形状を検出できる細径の挿入部 7 を持つ内視鏡 76 B を実現できる。なお、半導体レーザ 84 を操作部 8 内に配置するようにしても良い。

【0090】（第 8 の実施の形態）図 21 は本発明の第 8 の実施の形態における内視鏡 76 C を示す。この内視鏡 76 C は例えば図 17 の内視鏡 76 A において、光ファイバ束 77 の後端側をライトガイドファイバ 15 と一

体化するようにまとめて内視鏡76Cの外部に延出し、光源装置86に接続し、光源装置86から照明光を供給する。

【0091】ライトガイド15に供給された照明光は照明に用いられ、光ファイバ束77に供給された照明光は光検出器79で検出することにより、曲げ検出に利用され、各光漏洩部での曲げ検出により、挿入形状が検出される。換言すると、ライトガイド15の一部を分岐して形状検出の光ファイバ束77を形成している。その他は図17の場合と同様の構成である。

【0092】本実施の形態は図17の実施の形態の場合と同様な作用効果を有すると共に、図17の場合における光ファイバ束77をライトガイド15と別体で引き出す必要が不要となるメリットがある。

【0093】(第9の実施の形態)図22は本発明の第9の実施の形態における内視鏡76Dを示す。この内視鏡76Dでは光漏洩部を設けたファイバによる形状検出用センサと、磁気を利用して位置検出を行う位置検出用コイルとを備えた形状検出用センサを備えたものである。

【0094】より具体的には図23に示すように形状検出用の断面が円筒形状の可撓性のチューブ88内に所定位置を境にしてその先端側にテープ状のセンサS1、S2を配置し、後方側には位置検出用コイルL1、L2、L3、…を配置して形成した形状検出用センサ87Aを、このチューブ88の所定位置が湾曲部7bと軟性部7aとの境界位置となるように挿入部7内に設置するようにしている。

【0095】なお、例えばコイルL1は他のコイルL2、L3、…等と直交する向きに配置して、テープ状のセンサS1、S2の軸方向を検出できるようにしている。つまり、コイルL2、L3、…の巻線の軸方向は例えば挿入部7の軸方向(長さ方向)であり、この方向を軸とした回転を検出できないが、コイルL1の巻線の軸方向を例えば挿入部7の軸と直交する方向にしてこの回転を検出できるようにしている。

【0096】このように設置することにより、挿入部7における湾曲部7bのように金属製の湾曲駒を連結配置したような部分ではそれにより影響を受けないセンサS1、S2でその挿入形状を検出し、金属部材の少ない軟性部7a内ではコイルL2、L3、…等を用いて位置検出を行えるようにしている。

【0097】なお、コイルL1、L2、L3、…は各両端に接続された図示しない信号線が磁気発生用のドライブ回路に接続され、コイルL1、L2、L3、…は例えば一定間隔でドライブ信号(交流信号)が印加されて、印加されたコイルの周囲に磁場(磁界)を発生し、例えば図1におけるベッド4の4隅等の既知の位置に設けた磁気検出用コイルでその磁場により誘起した信号を検出することにより、磁場を発生したコイルの位置を検出す

ることにより、各コイルL1、L2、L3、…の3次元位置を算出する手段を形成している。

【0098】本実施の形態によれば、コイルを用いて形状検出する場合における湾曲部7bのように金属製の部材により磁気による検出精度が低下する部分を光を利用した曲げセンサを用いることにより、その金属製の部材による影響を受けることなく、高精度の位置検出、形状検出ができる。

【0099】(第10の実施の形態)図24は本発明の第10の実施の形態における内視鏡76Eを示す。図23の形状検出センサ87Aでは所定位置を境界として、その先端側と後端側とに分離したようにテープ状のセンサS1、S2とコイルL1、L2、L3、…とを配置していたが、本実施の形態の内視鏡76Eでは図25に示すように一部の部分で重複するようにしてその先端側と後端側とにテープ状のセンサS1、S2、S3、…とコイルL1、L2、L3、…とを配置して形状検出センサ87Bを形成している。ただし、コイルL1はコイルL2、L3、…と同一の向きのコイルである。テープ状のセンサで得られる形状とコイルにより得られる形状の合成は重複部分の形状の同一性により形状の合成を行う。

【0100】本実施の形態においても、コイルL1、L2、L3、…は軟性部7aより後方側に配置するようにしている。その他は第9の実施の形態と同様である。本実施の形態によれば、第9の実施の形態の作用効果を有する。

【0101】(第11の実施の形態)図26(A)は本発明の第11の実施の形態における湾曲部の一部を示す。本実施の形態では、湾曲部はリベット91で湾曲自在に連結される隣接する湾曲駒92、92の間に光ファイバによる曲げセンサ93を配置し、曲げセンサ93を接着用テープ94で固定したものである。

【0102】図26(B)は図26(A)の一部を拡大して示している。隣接する湾曲駒92、92には湾曲していない状態で、真っ直ぐにして先端を半円形に曲げ、例えば先端付近に光漏洩部35を設けた曲げセンサ93が湾曲駒92、92の例えば内周面にそれぞれテープ94で接着固定されるようにしている。

【0103】なお、光漏洩部35を設ける位置は図26(B)に示す位置以外でも良い。また、曲げセンサ93を湾曲駒92、92の外周面に接着するようにしても良い。また、曲げセンサ93は湾曲駒92、92の例えば内周面における1箇所だけでなく、4箇所に沿って設けるようにしても良い。本実施の形態のように曲げセンサ93を設けることにより、湾曲部の湾曲により湾曲方向を正確に検出することができる。

【0104】(第12の実施の形態)次に本発明の第12の実施の形態を図27を参照して説明する。本実施の形態では、図27に示すように内視鏡の挿入部の適当な位置に曲げセンサを4つ配置し、内視鏡の挿入部の形状

を検出する。

【0105】曲げセンサ $S_{j1}$ 、 $S_{j2}$ 、 $S_{j3}$ 、 $S_{j4}$ の出力を $A_{j1}$ 、 $A_{j2}$ 、 $A_{j3}$ 、 $A_{j4}$ とすると、各センサの位置の曲げの大きさは、

$$\theta_{j1} = f(A_{j1})$$

$$\theta_{j2} = f(A_{j2})$$

$$\theta_{j3} = f(A_{j3})$$

$$\theta_{j4} = f(A_{j4})$$

となる。曲げセンサ $S_{j1}$ とセンサ $S_{j3}$ 、曲げセンサ $S_{j2}$ とセンサ $S_{j4}$ の曲げの大きさの平均値を $\theta_{13}$ 、 $\theta_{24}$ とし、各値はZ軸回転とY軸回転に対応する。

【0106】このとき、図28より(隣接する)次の曲げセンサへのベクトル $V_j$ は

$$V_j = [V_{xj} \ V_{yj} \ V_{zj} \ 1]$$

$$V_{xj} = d_j \cos(\theta_{24}) \cos(\theta_{13})$$

$$V_{yj} = d_j \cos(\theta_{24}) \sin(\theta_{13})$$

$$V_{zj} = d_j \sin(\theta_{24})$$

となる。また、変換マトリックス $T_j$ は次のようになる。

【0107】

【数2】

$$T_j = \begin{bmatrix} R_{j-00} & R_{j-01} & R_{j-02} & V_{xj} \\ R_{j-10} & R_{j-11} & R_{j-12} & V_{yj} \\ R_{j-20} & R_{j-21} & R_{j-22} & V_{zj} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

但し、変換マトリックス $T_j$ の要素 $R_{j-0p}$  ( $0=0, 1, 2, p=0, 1, 2$ )は第 $j$ 番目の座標系を基準としたときの第 $j+1$ 番目の座標系への回転のパラメータを表し、ベクトル $V_j$ より求められる。

【0108】各曲げセンサ間のベクトル $V_j$ と変換マトリックス $T_j$ が得られると、第1の実施の形態で記載したように適当な曲げセンサの位置を基準とした座標系で各他の曲げセンサの位置を算出することができる。

【0109】(第13の実施の形態)次に本発明の第13の実施の形態を図29を参照して説明する。本実施の形態の内視鏡76Fは、図21に示す内視鏡76Cにおいて、光ファイバ束77の先端面に伝送した光を検出する光検出器79の代わりに電荷結合素子(CCDと略記)96が配置され、光ファイバ束77を構成する各光ファイバ対を例えば正方格子状等に整列させた状態でCCD96で受光するようにしている。

【0110】つまり、CCD96の各画素は整列された各光ファイバの先端面に対向して、各光ファイバの先端面から出射される光を受光するようにしている(結像レンズを介挿してCCD96に結像させても良い)。

【0111】そして、このCCD96は信号ケーブル(図示略)と接続され、対物レンズ17の結像位置に配置されたCCD18に接続された信号ケーブルと共に、

挿入部7内を挿通され、操作部8からさらにユニバーサルケーブル9内を挿通され、図1に示すビデオプロセッサ14に入力される。

【0112】CCD96はCCDドライバにより一定の周期のCCDドライブ信号が印加され、読み出されたCCD出力信号は図4の形状検出部41に入力され、光ファイバ束77における各光ファイバ対の先端面に対応する画素の出力信号から光検出素子で受光した場合のように湾曲角を検出(推定)する。その他は図21の場合と同様の構成である。

【0113】本実施の形態によれば、光検出器79を採用した場合に比べて光検出器79に接続する信号線の本数を削減できる。なお、CCD96としては2次元的に撮像するものに限定されるものでなく、ライン状CCDでも良い。

【0114】また、CCD18の周辺画素を利用して、光ファイバ束77の先端面を受光するようにしても良い。このようにすると、光検出手段を新たに設けることなく、CCD18を利用でき、しかも信号ケーブルも新たに設けることなく済む。

【0115】なお、上述した各実施の形態等を部分的等で組み合わせて構成される実施の形態等も本発明に属する。例えば、図4の光検出部39の光検出素子40-1, ..., 40-n'の代わりにライン状CCD等を採用しても良い。

【0116】[付記]

1. 外面を加工することにより、湾曲時に光が漏れやすく形成された光漏洩部が形成された光伝達ファイバと、前記光伝達ファイバの前記光漏洩部が複数配置された挿入部と、前記光伝達ファイバで伝達される光の伝送量を測定する測定手段と、前記測定手段の測定結果と、湾曲挿入部に対する前記光漏洩部の配置位置情報とに基づき前記挿入部の湾曲形状を推定する形状推定手段と、前記形状推定手段で推定された湾曲形状を表示する表示手段と、を具備したことを特徴とする挿入形状検出装置。

【0117】2. 外面を加工することにより、湾曲時に光が漏れやすく形成された光漏洩部が形成された光伝達ファイバと、被検体内に挿入される挿入部を有する内視鏡と、前記挿入部に形成され、湾曲機能を有する湾曲部と、前記湾曲部に設けられ、該湾曲部の湾曲機能を補助する複数の湾曲駒と、前記複数の湾曲駒の間に前記光伝達ファイバの前記光漏洩部を配置させる光漏洩部固定手段と、前記光伝達ファイバで伝達される光の伝送量を測定する測定手段と、前記測定手段の測定結果と、前記挿入部に対する前記光漏洩部の配置位置情報とに基づき前記挿入部の湾曲形状を推定する形状推定手段と、前記形状推定手段で推定された湾曲形状を表示する表示手段と、を具備したことを特徴とする挿入形状検出装置。

【0118】3. 外面を加工することにより、湾曲時に光が漏れやすく形成された光漏洩部が形成された光伝達

ファイバと、被検体内に挿入される挿入部を有する内視鏡と、前記挿入部に形成され、湾曲機能を有する湾曲部と、前記湾曲部内に前記光伝達ファイバの前記光漏洩部を配置させる光漏洩部固定手段と、前記光伝達ファイバで伝達される光の伝達量を測定する測定手段と、前記測定手段の測定結果と、前記挿入部に対する前記光漏洩部の配置位置情報とに基づき前記湾曲部の湾曲形状を測定する第 1 の形状推定手段と、前記湾曲部より基端側の前記挿入部に配置されたコイル手段と、前記手段との間で磁界を送受する磁界送受手段と、前記磁界送受手段で送受された磁界の強度を検出する磁界強度検出手段と、前記磁界強度検出手段で検出された磁界強度に基づき、前記挿入部の湾曲形状を推定する第 2 の形状推定手段と、前記第 1 の形状推定手段で推定された第 1 の湾曲形状と、前記第 2 の形状推定手段で推定された第 2 の湾曲形状とを合成する合成手段と、前記合成手段で合成された合成結果に基づき、前記挿入部の湾曲形状を表示する表示手段と、を具備したことを特徴とする内視鏡挿入形状検出装置。

【0119】 4. 前記測定手段は光伝達ファイバの一端に光を入射させる光源と、前記光伝達ファイバの他端に伝送された光を検出（測定）する光検出手段とからなる付記 1 の内視鏡挿入形状検出装置。

5. 前記測定手段は内視鏡の外部に配置される付記 1 の内視鏡挿入形状検出装置。 6. 前記光漏洩部を設けた光伝達ファイバはプローブを介して内視鏡の挿入部内に着脱自在に配置可能である付記 1 の内視鏡挿入形状検出装置。

7. 前記光漏洩部を設けた光伝達ファイバは内視鏡の挿入部を構成する軟性管内に組み込まれる付記 1 の内視鏡挿入形状検出装置。

【0120】 8. 前記光検出手段は内視鏡の挿入部の先端部に配置される付記 4 の内視鏡挿入形状検出装置。

9. 前記挿入部の先端部に配置される光検出手段は固体撮像素子である付記 8 の内視鏡挿入形状検出装置。

【0121】 10. 内視鏡の挿入部の長手方向に配置され、外面を加工することにより、湾曲時に光が漏れやすく形成された光漏洩部が形成された光伝達ファイバで形成した複数の曲げセンサと、前記各曲げセンサの出力を測定する測定手段と、前記曲げセンサの出力から前記曲げセンサが配置された挿入部の湾曲の方向を求める手段と、前記曲げセンサ間の距離と前記湾曲の方向から内視鏡の挿入部の形状を推定する手段と、前記挿入部の形状を表示する手段とからなる内視鏡挿入形状検出装置。

【0122】 11. 前記曲げセンサの光漏洩部は、光伝達ファイバの所定の部分のクラッド部を欠損させるか、クラッド部を欠損させた部分にクラッド部より大きい屈折率等の置換部材を埋め込んで、光漏洩部が湾曲された場合にその湾曲量に応じて伝送する光を漏洩させるものである付記 4 の内視鏡挿入形状検出装置。

【0123】 12. 曲げセンサは光漏洩部を設けた光伝達ファイバと、光漏洩部を設けてない光伝達ファイバを対にして挿入部の所定の場所に配置し、対にした光伝達ファイバで伝送した光出力から曲げの大きさを検出する付記 10 の内視鏡挿入形状検出装置。

【0124】 12. 内視鏡の挿入部に複数の磁界を発生するコイルと体腔外の既知の位置に配置された前記磁界を検出する複数のコイルと、前記検出された磁界の大きさから前記磁界を発生するコイルの実空間上の位置を推定する手段と、内視鏡の挿入部に複数配置され、外面を加工することにより、湾曲時に光が漏れやすく形成された光漏洩部が形成された光伝達ファイバで形成した曲げセンサと、前記曲げセンサの出力から前記曲げセンサが実装された位置の湾曲の方向を求める手段と、前記挿入部に配置されたコイルと曲げセンサとの位置関係から内視鏡の挿入部の形状を推定する手段と、前記挿入部の形状を表示する手段とからなる内視鏡挿入形状検出装置。

【0125】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、外面を加工することにより、湾曲時に光が漏れやすく形成された光漏洩部が形成された光伝達ファイバと、前記光伝達ファイバの前記光漏洩部が複数配置された挿入部と、前記光伝達ファイバで伝達される光の伝達量を測定する測定手段と、前記測定手段の測定結果と、湾曲挿入部に対する前記光漏洩部の配置位置情報とに基づき前記挿入部の湾曲形状を推定する形状推定手段と、前記形状推定手段で推定された湾曲形状を表示する表示手段と、を具備しているので、光漏洩部を設けた非常に細くできる光伝達ファイバで伝達される光の伝達量を測定することで、光漏洩部部分での湾曲量を検出できるようにしているので湾曲量を検出する曲げ検出センサの構成が簡単であると共に、挿入部内に配置した場合にも挿入部を殆ど太くしなくて済み、かつ曲げ検出センサの出力からの挿入形状推定の処理系も簡単な構成で実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態を備えた内視鏡システムの全体構成図。

【図 2】チャンネル内に形状検出用のプローブを挿通した内視鏡の概略を示す図。

【図 3】プローブの構成を示す断面図。

【図 4】プローブ内部に設けた形状検出用光ファイバと形状検出装置本体との構成を示す図。

【図 5】形状検出に用いる光ファイバの基本的な構成を示す斜視図。

【図 6】曲げ検出の測定原理を示す図。

【図 7】図 5 とは異なる構成で形状検出に用いる光ファイバの基本的な構成を示す斜視図。

【図 8】対にして形状検出用光ファイバを構成した具体例を示す図。

【図 9】図 8 のものをループ状にしたものを示す図。

【図 10】双葉形状にした形状検出用光ファイバにより、その形状検出用光ファイバを設けた平面の曲げ及び振れを検出する様子を示す図。

【図 11】本実施の形態による挿入形状推定の曲げセンサ位置推定の原理説明図。

【図 12】本発明の第 2 の実施の形態における挿入形状検出用テープ状部材及びこれを組み込んだ軟性部の構造を示す図。

【図 13】本発明の第 3 の実施の形態における曲げセンサを組み込んだ軟性部の構造を示す図。

【図 14】第 3 の実施の形態の変形例における曲げセンサを組み込んだ軟性部の構造等を示す図。

【図 15】本発明の第 4 の実施の形態における挿入形状検出用テープ状部材を螺旋状にした構造を示す図。

【図 16】本発明の第 5 の実施の形態におけるブレード内側に螺旋状にして組み込まれる挿入形状検出用センサ等を示す図。

【図 17】本発明の第 6 の実施の形態における内視鏡の概略の構成を示す図。

【図 18】図 17 の各部の構成を示す図。

【図 19】本発明の第 7 の実施の形態における内視鏡の概略の構成を示す図。

【図 20】図 19 の各部の構成を示す図。

【図 21】本発明の第 8 の実施の形態における内視鏡の概略の構成を示す図。

【図 22】本発明の第 9 の実施の形態における内視鏡を示す図。

【図 23】湾曲部内と軟性部内に設けた形状検出用センサを示す図。

【図 24】本発明の第 10 の実施の形態における内視鏡を示す図。

【図 25】湾曲部内と軟性部内に設けた形状検出用センサを示す図。

【図 26】本発明の第 11 の実施の形態における湾曲部を示す図。

【図 27】本発明の第 12 の実施の形態における挿入部の内周面に曲げセンサを 4 つ設けた様子を示す図。

【図 28】図 27 の場合における曲げセンサ位置推定の

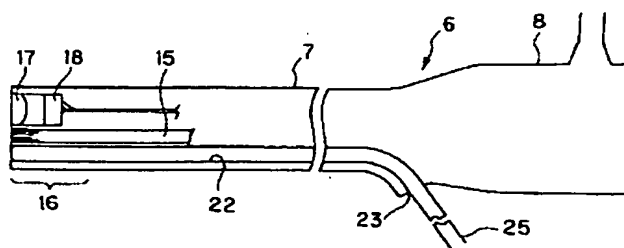
原理説明図。

【図 29】本発明の第 13 の実施の形態における内視鏡の概略の構成を示す図。

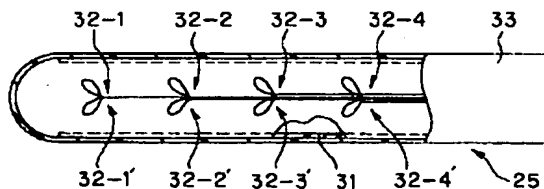
【符号の説明】

- 1…内視鏡システム
  - 2…内視鏡装置
  - 3…内視鏡挿入形状検出装置
  - 4…ベッド
  - 5…患者
  - 6…内視鏡
  - 7…挿入部
  - 10 11…光源装置
  - 14…ビデオプロセッサ
  - 15…ライトガイド
  - 16…先端部
  - 18…CCD
  - 22…チャンネル
  - 23…挿入口
  - 25…(挿入形状検出用)プローブ
  - 20 26…コネクタ
  - 27…形状検出装置本体(形状検出プロセッサ)
  - 28…形状表示用モニタ
  - 31…円筒チューブ
  - 32-1, 32-1'; …; 32-n, 32-n'…(形状検出用)光ファイバ対
  - 33…保護チューブ
  - 34-1, 34-1', …, 34-n, 34-n'…(形状検出用)光ファイバ
  - 35…光漏洩部
  - 36…光源部
  - 37…光源
  - 39…光検出部
  - 40-1, 40-1', …, 40-n, 40-n'…光検出素子
  - 41…形状検出部
  - 42…形状画像生成部
  - 43…映像信号生成部
- 代理人 弁理士 伊藤 進

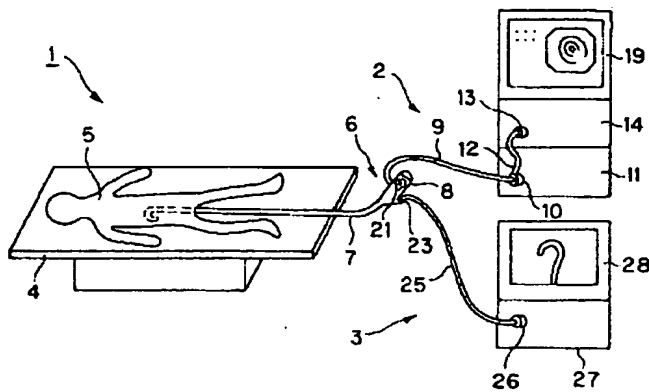
【図 2】



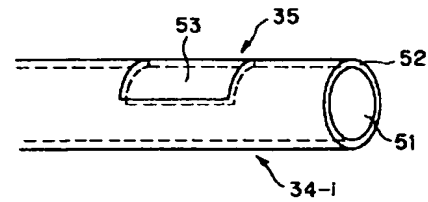
【図 3】



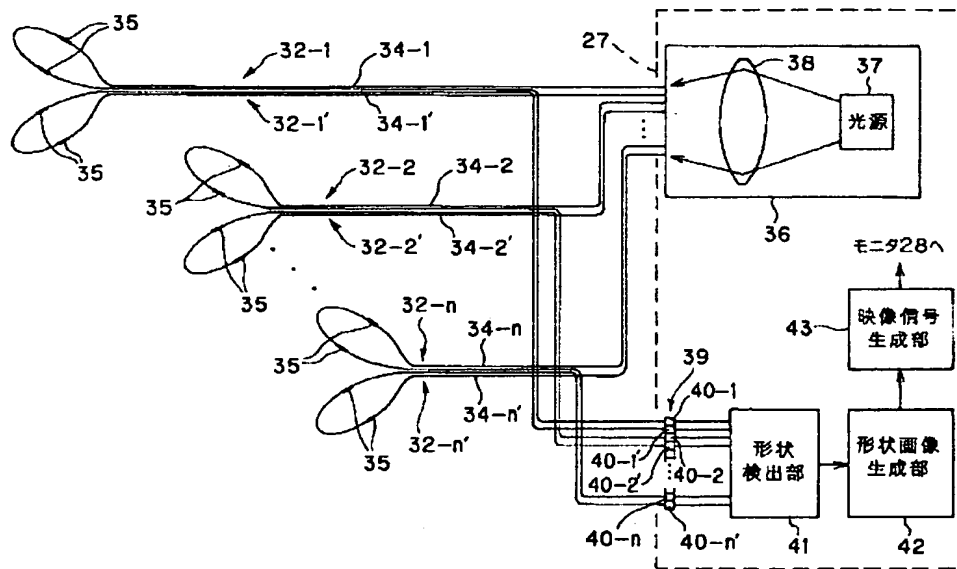
【図1】



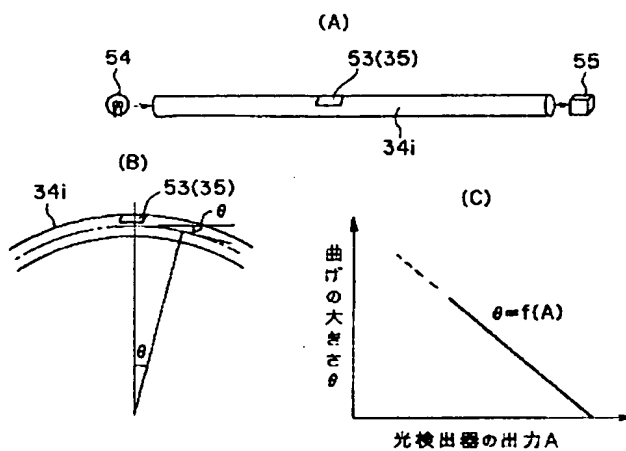
【図5】



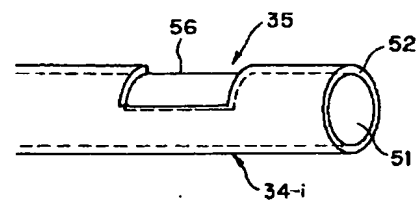
【図4】



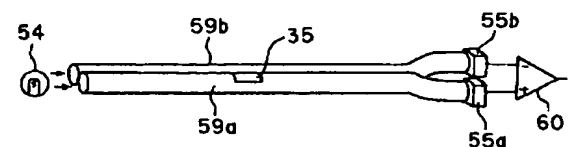
【図6】



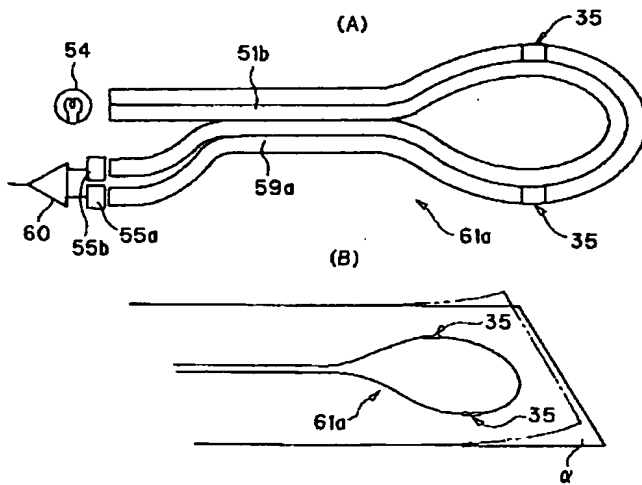
【図7】



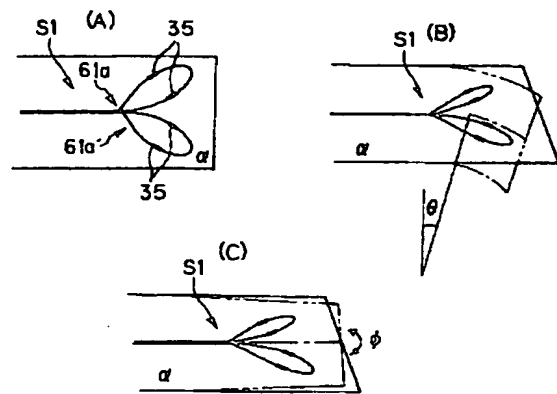
【図8】



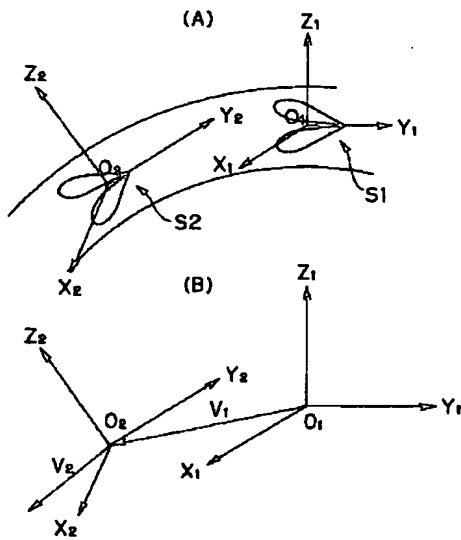
【図 9】



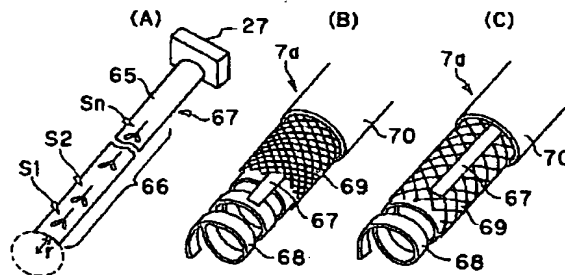
【図 10】



【図 11】



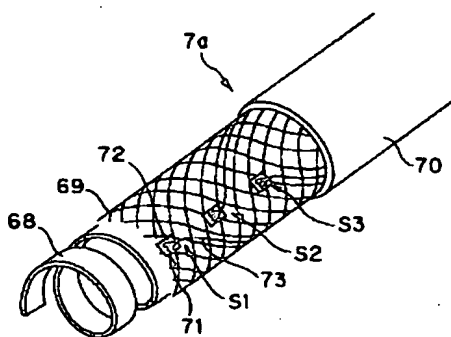
【図 12】



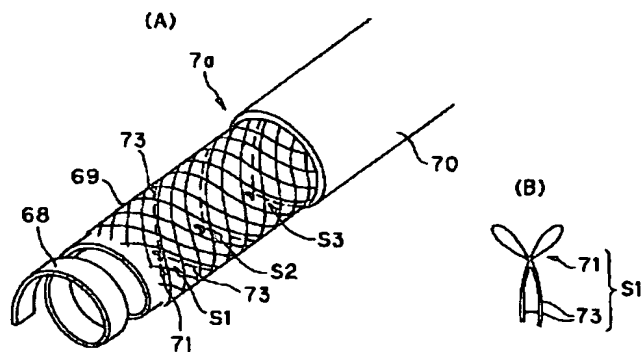
【図 15】



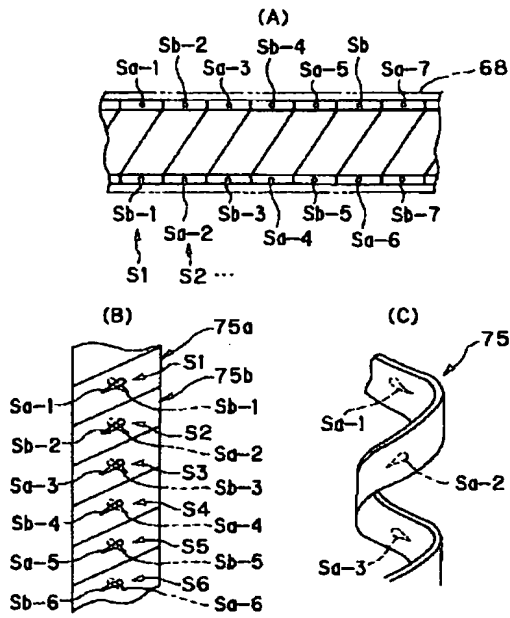
【図 13】



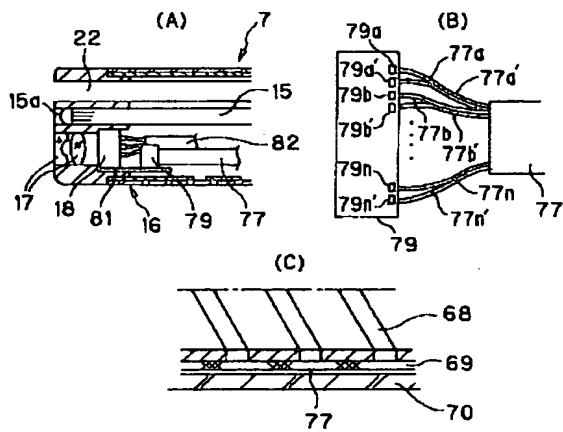
【図 14】



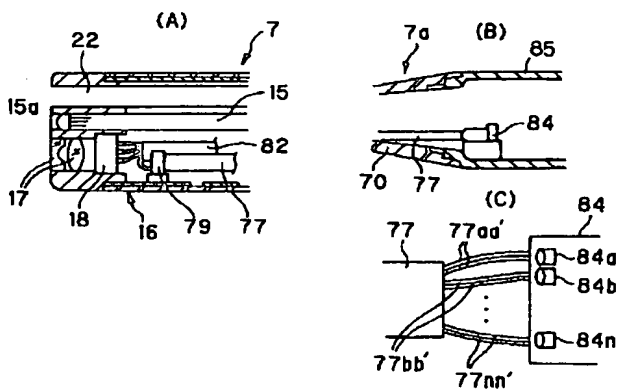
【図16】



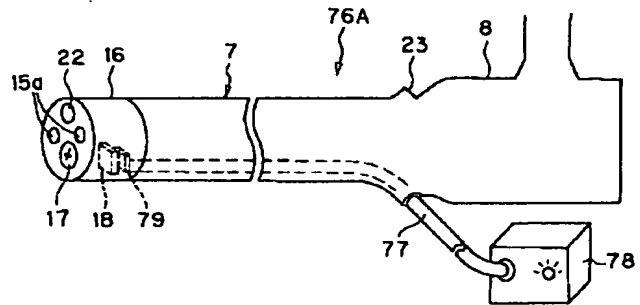
【図18】



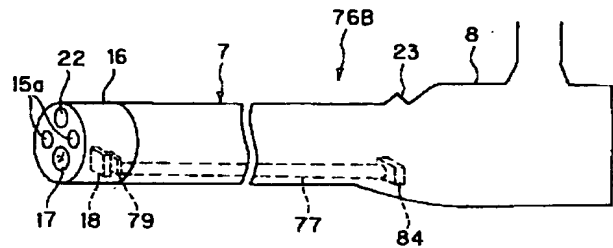
【図20】



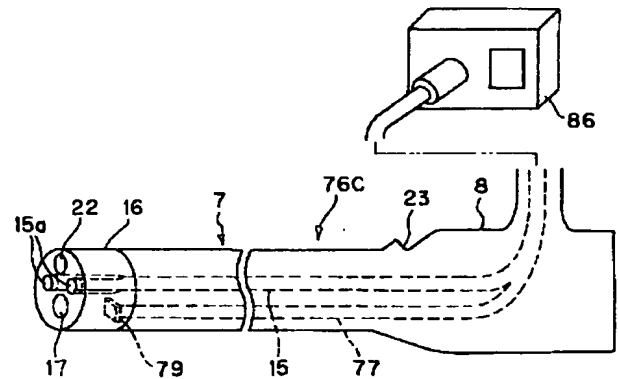
【図17】



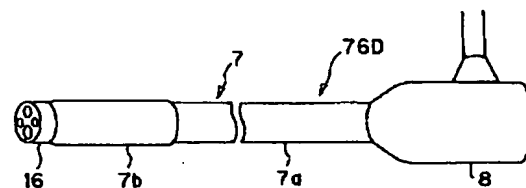
【図19】



【図21】

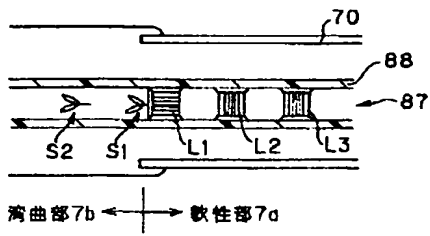


【図22】

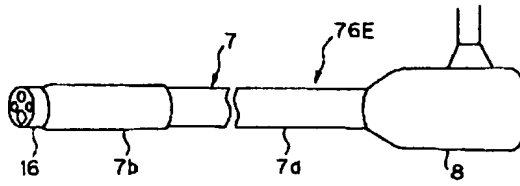




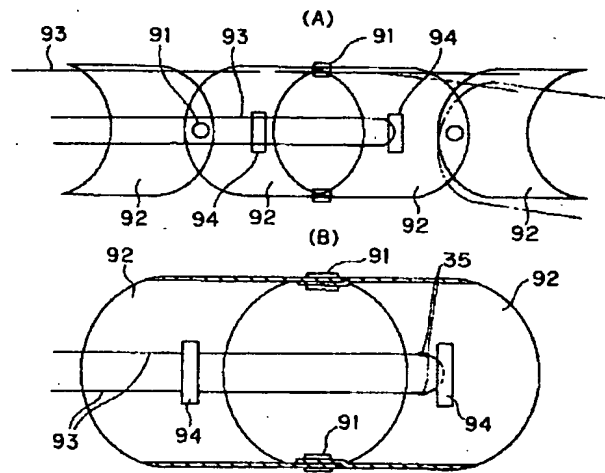
【図23】



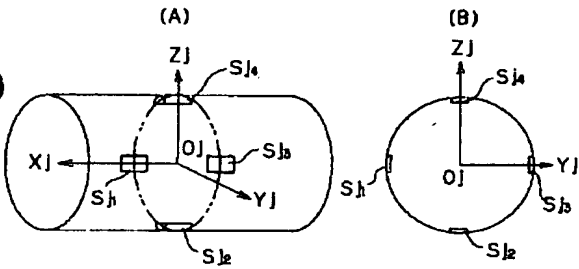
【図24】



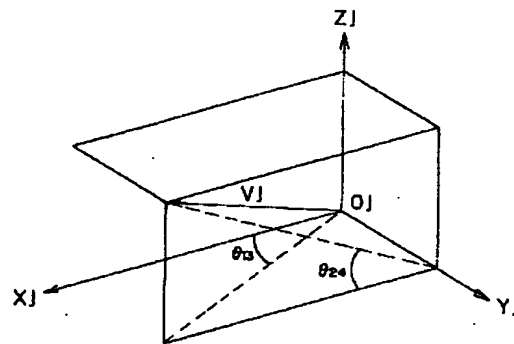
【図26】



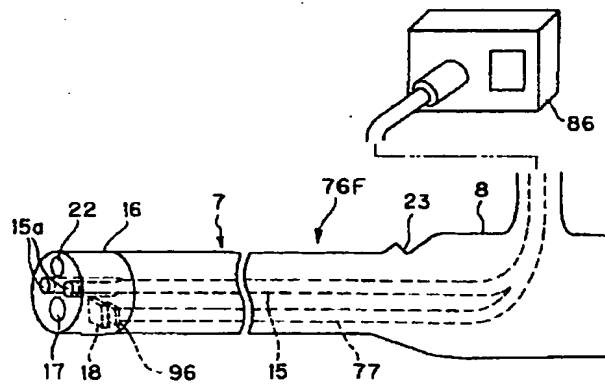
【図27】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

(72)発明者 平川 克己  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 佐藤 道雄  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 川端 健  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 平田 康夫  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 前田 俊成  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 鈴木 克哉  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 山口 征治  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 中嶋 勇  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

Fターム(参考) 4C061 AA00 BB01 CC06 DD03 FF24  
FF46 GG22 HH51 HH52 LL01  
MM02 WW11